

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-052458

(43)Date of publication of application : 23.02.2001

(51)Int.Cl.

G11B 21/12

G11B 21/02

H02P 5/00

(21)Application number : 11-226498

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

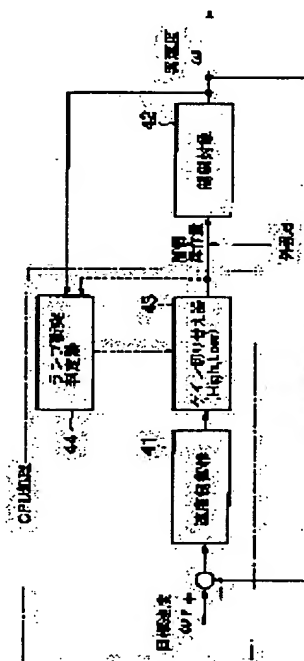
(22)Date of filing : 10.08.1999

(72)Inventor : KAWACHI HIDETOSHI

(54) MAGNETIC DISK DEVICE AND METHOD FOR CONTROLLING CARRIAGE MOVEMENT AT THE TIME OF HEAD UNLOADING OPERATION**(57)Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To evade substantial carriage moving speed decline and the temporary stoppage of a carriage moving operation at the time of a ramp collision and to stably unload a head.

SOLUTION: At the time of unloading the head, the speed ω of a carriage for receiving the driving force of VCM as a controlled system 42 and driving the head is detected from a back electromotive voltage generated in the coil of the VCM. Based on at least one of the speed ω and a control manipulated variable fed back from a speed controller 41 to the side of the controlled system 42 (VCM), the ramp collision that the head hits a ramp is decided in a ramp collision decision device 44. In the case of deciding the ramp collision, by controlling a gain switching device 43 and switching the gain of speed feedback to a high gain side, follow-up ability is improved.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-52458

(P2001-52458A)

(43) 公開日 平成13年2月23日 (2001.2.23)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト [*] (参考)
G 1 1 B 21/12		G 1 1 B 21/12	T 5 D 0 6 8 B 5 D 0 7 6 L 5 H 5 4 0
21/02	6 0 1	21/02	6 0 1 Z
H 0 2 P 5/00	1 0 1	H 0 2 P 5/00	1 0 1 E
審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 13 頁)			

(21) 出願番号 特願平11-226498

(22) 出願日 平成11年8月10日 (1999.8.10)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 嘉和知 秀俊

東京都青梅市末広町2丁目9番地 株式会
社東芝青梅工場内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

Fターム(参考) 5D068 AA01 BB01 CC12 EE07 GG24

5D076 AA01 BB01 CC05 DD03 DD08

DD20 EE01 FF14 GG12

5H540 AA08 BA06 EE05 EE06 EE09

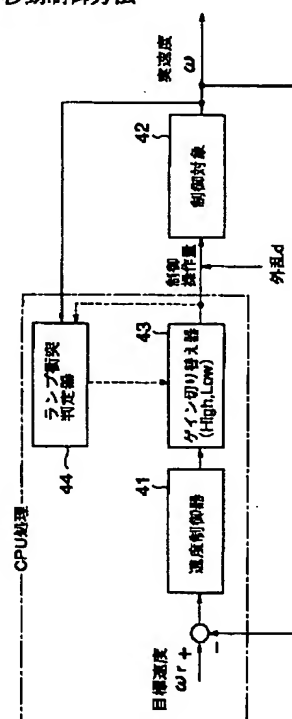
EE10 FB05 FC03

(54) 【発明の名称】 磁気ディスク装置及びヘッドアンロード動作時のキャリッジ移動制御方法

(57) 【要約】

【課題】 ランプ衝突時の大幅なキャリッジ移動速度低下、キャリッジ移動動作の一時停止を回避し、安定したヘッドアンロードを実現する。

【解決手段】 ヘッドをアンロードさせる際、制御対象42としてのVCMの駆動力を受けてヘッドを駆動するキャリッジの速度 ω を、当該VCMのコイルに発生する逆起電圧から検出し、その速度 ω と速度制御器41から制御対象42 (VCM) 側にフィードバックされる制御操作量の少なくとも一方をもとに、ヘッドがランプに当たるランプ衝突をランプ衝突判定器44にて判定し、ランプ衝突を判定した場合には、ゲイン切り替え器43を制御して速度制御器41による速度フィードバックのゲインを高ゲイン側に切り替えることで、追従性を上げる構成とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ヘッドをディスク媒体の半径方向に移動させるための駆動力を発生するボイスコイルモータと、前記ボイスコイルモータの駆動力を受けて前記ヘッドを前記媒体の半径方向に移動させるキャリッジと、前記ボイスコイルモータのコイルに誘起される逆起電圧を観測することで前記キャリッジの移動速度を検出する速度検出手段と、前記ヘッドを前記媒体外に配置されたランプにアンロードするヘッドアンロード動作時に、前記速度検出手段によって検出されるキャリッジ移動速度に基づいてフィードバック制御することでアンロード速度を制御する速度制御手段とを備えたヘッドのランプロード／アンロード方式の磁気ディスク装置において、前記ヘッドアンロード動作時に、前記速度検出手段の速度検出結果または前記速度制御手段から前記ボイスコイルモータ側にフィードバックされる制御操作量の少なくとも一方に基づいて前記ヘッドが前記ランプに当たるランプ衝突の判定を行うランプ衝突判定手段と、前記ランプ衝突判定手段によるランプ衝突判定に応じて前記速度制御手段による速度フィードバックのゲインを高ゲイン側に切り替えるゲイン切り替え手段とを具備することを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項2】 ヘッドをディスク媒体の半径方向に移動させるための駆動力を発生するボイスコイルモータと、前記ボイスコイルモータの駆動力を受けて前記ヘッドを前記媒体の半径方向に移動させるキャリッジと、前記ボイスコイルモータのコイルに誘起される逆起電圧を観測することで前記キャリッジの移動速度を検出する速度検出手段と、前記ヘッドを前記媒体外に配置されたランプにアンロードするヘッドアンロード動作時に、前記速度検出手段によって検出されるキャリッジ移動速度に基づいてフィードバック制御することでアンロード速度を制御する速度制御手段とを備えたヘッドのランプロード／アンロード方式の磁気ディスク装置において、前記ヘッドアンロード動作時に、前記キャリッジに働く外力の大きさまたは変動量に基づいて前記ヘッドが前記ランプに当たるランプ衝突の判定を行うランプ衝突判定手段と、前記ランプ衝突判定手段によるランプ衝突判定に応じて前記速度制御手段による速度フィードバックのゲインを高ゲイン側に切り替えるゲイン切り替え手段とを具備することを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項3】 ヘッドをディスク媒体の半径方向に移動させるための駆動力を発生するボイスコイルモータと、前記ボイスコイルモータの駆動力を受けて前記ヘッドを前記媒体の半径方向に移動させるキャリッジと、前記ボイスコイルモータのコイルに誘起される逆起電圧を観測することで前記キャリッジの移動速度を検出する速度検出手段と、前記ヘッドを前記媒体外に配置されたランプにアンロードするヘッドアンロード動作時に、前記速度

検出手段によって検出されるキャリッジ移動速度に基づいてフィードバック制御することでアンロード速度を制御する速度制御手段とを備えたヘッドのランプロード／アンロード方式の磁気ディスク装置において、

05 前記ヘッドアンロード動作時に、前記速度検出手段の速度検出結果または前記速度制御手段から前記ボイスコイルモータ側にフィードバックされる制御操作量の少なくとも一方に基づいて前記ヘッドが前記ランプに当たるランプ衝突の判定を行うランプ衝突判定手段と、
10 前記ランプ衝突判定手段によるランプ衝突判定に応じて所定のフィードフォワード操作量を前記速度制御手段により前記ボイスコイルモータ側にフィードバックされる制御操作量に加えるフィードフォワード補償手段とを具備することを特徴とする磁気ディスク装置。

15 【請求項4】 ヘッドをディスク媒体の半径方向に移動させるための駆動力を発生するボイスコイルモータと、前記ボイスコイルモータの駆動力を受けて前記ヘッドを前記媒体の半径方向に移動させるキャリッジと、前記ボイスコイルモータのコイルに誘起される逆起電圧を観測することで前記キャリッジの移動速度を検出する速度検出手段と、前記ヘッドを前記媒体外に配置されたランプにアンロードするヘッドアンロード動作時に、前記速度検出手段によって検出されるキャリッジ移動速度に基づいてフィードバック制御することでアンロード速度を制
20 御する速度制御手段とを備えたヘッドのランプロード／アンロード方式の磁気ディスク装置において、前記ヘッドアンロード動作時に、前記キャリッジに働く外力の大きさまたは変動量に基づいて前記ヘッドが前記ランプに当たるランプ衝突の判定を行うランプ衝突判定手段と、
25 前記ランプ衝突判定手段によるランプ衝突判定に応じて所定のフィードフォワード操作量を前記速度制御手段により前記ボイスコイルモータ側にフィードバックされる制御操作量に加えるフィードフォワード補償手段とを具備することを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項5】 前記ランプ衝突判定手段は、前記速度検出手段の速度検出結果に基づいて第1のランプ衝突判定を行う第1の判定手段と、前記速度制御手段からの前記制御操作量に基づいて第2のランプ衝突判定を行う第2の判定手段と、前記第1及び第2のランプ衝突判定結果に基づいて最終的にランプ衝突を判定する第3の判定手段とから構成されることを特徴とする請求項1または請求項3記載の磁気ディスク装置。

【請求項6】 前記ランプ衝突判定手段は、前記速度検出手段の速度検出結果及び前記速度制御手段からの前記制御操作量に基づいて前記キャリッジに働く外力を算出する外力算出手段を備えていることを特徴とする請求項2または請求項4記載の磁気ディスク装置。

【請求項7】 前記磁気ディスク装置の製造段階で当該装置に固有の前記フィードフォワード操作量を示す情報

が記憶された記憶手段を更に具備し、
前記フィードフォワード補償手段は前記記憶手段に記憶されている前記フィードフォワード操作量を示す情報に基づいて対応するフィードフォワード操作量を前記制御操作量に加えることを特徴とする請求項3または請求項4に記載の磁気ディスク装置。

【請求項8】 ヘッドをディスク媒体の半径方向に移動させるための駆動力を発生するボイスコイルモータと、前記ボイスコイルモータの駆動力を受けて前記ヘッドを前記媒体の半径方向に移動させるキャリッジと、前記ボイスコイルモータのコイルに誘起される逆起電圧を観測することで前記キャリッジの移動速度を検出する速度検出手段と、前記ヘッドを前記媒体外に配置されたランプにアンロードするヘッドアンロード動作時に、前記速度検出手段によって検出されるキャリッジ移動速度に基づいてフィードバック制御することでアンロード速度を制御する速度制御手段とを備えたヘッドのランプロード／アンロード方式の磁気ディスク装置に適用されるヘッドアンロード動作時のキャリッジ移動制御方法であって、前記ヘッドアンロード動作時に、前記速度検出手段の速度検出結果または前記速度制御手段から前記ボイスコイルモータ側にフィードバックされる制御操作量の少なくとも一方に基づいて前記ヘッドが前記ランプに当たるランプ衝突の判定を行い、前記ランプ衝突を判定した際には前記速度制御手段による速度フィードバックのゲインを高ゲイン側に切り替えるようにしたことを特徴とするヘッドアンロード動作時のキャリッジ移動制御方法。

【請求項9】 ヘッドをディスク媒体の半径方向に移動させるための駆動力を発生するボイスコイルモータと、前記ボイスコイルモータの駆動力を受けて前記ヘッドを前記媒体の半径方向に移動させるキャリッジと、前記ボイスコイルモータのコイルに誘起される逆起電圧を観測することで前記キャリッジの移動速度を検出する速度検出手段と、前記ヘッドを前記媒体外に配置されたランプにアンロードするヘッドアンロード動作時に、前記速度検出手段によって検出されるキャリッジ移動速度に基づいてフィードバック制御することでアンロード速度を制御する速度制御手段とを備えたヘッドのランプロード／アンロード方式の磁気ディスク装置に適用されるヘッドアンロード動作時のキャリッジ移動制御方法であって、前記ヘッドアンロード動作時に、前記速度検出手段の速度検出結果または前記速度制御手段から前記ボイスコイルモータ側にフィードバックされる制御操作量の少なくとも一方に基づいて前記ヘッドが前記ランプに当たるランプ衝突の判定を行い、前記ランプ衝突を判定した際には所定のフィードフォワード操作量を前記速度制御手段により前記ボイスコイルモータ側にフィードバックされる制御操作量に加えるようにしたことを特徴とするヘッドアンロード動作時のキ

ャリッジ移動制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ヘッドのランプロード／アンロード方式を適用する磁気ディスク装置に係り、特にヘッドアンロード動作時のキャリッジ移動制御に好適な磁気ディスク装置及びヘッドアンロード動作時のキャリッジ移動制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、ヘッドにより情報の記録再生を行う、例えば小型磁気ディスク装置では、コンタクト・スタート・ストップ方式（CSS方式）を適用するのが一般的であった。このCSS方式の特徴は次の通りである。

【0003】まず、装置の非動作状態、即ち記録メディアとしての磁気ディスク媒体（ディスク単板）が回転していない状態では、ヘッドは当該ディスクと接触している。そしてディスク媒体の回転が始まると、ヘッドは、ディスク媒体との間に生じる空気流（によるエアベアリング作用）によってディスク媒体から浮上する。したがって、ディスク媒体の回転開始時と停止時には、ヘッドはディスク媒体上を摺動して、ディスク媒体上のデータエリアに「傷」等の損傷を与える可能性がある。

【0004】そこでCSS方式では、ディスク媒体が回転停止状態にある期間、ヘッドはディスク媒体上のデータゾーンとは異なる箇所、例えばデータゾーンの内周側に確保された専用のリング状の退避ゾーン（CSSエリア）に置かれる。そして装置への電源が供給された場合、或いは（ディスク媒体を高速回転させる）スピンドルモータ（SPM）の回転がホストシステムより指示された場合には、ヘッドをCSSエリアに位置付けたままスピンドルモータを定常速度まで立ち上げ、その後、つまりヘッドがディスク媒体から浮上した後、ヘッドをデータゾーンに移動させる。一方、ヘッドがデータゾーンに位置している状態でホストシステムからスピンドルモータの停止指示が与えられると、ヘッドをCSSエリアにリトラクトし、しかる後にスピンドルモータの停止処理を行う。ヘッドをCSSエリアにリトラクトした場合、ボイスコイルモータ（VCM）の駆動力によりヘッド移動機構としてのキャリッジ（アクチュエータ）がストップ（内周ストップ）に衝突し、これによりヘッドがCSSエリアから飛び出すのが防止される。

【0005】さて近年は、耐衝撃性能向上、記録密度向上の点から、従来から用いられている上述のCSS技術に代わって、ディスク媒体の回転停止状態においてヘッドと当該ディスク媒体とを接触させない、ヘッドのランプロード／アンロード方式が提案されている。この方式の特徴は、ディスク媒体の回転停止時には、ディスク媒体外に設けられた傾斜を持ったランプ（カム）に沿ってキャリッジのサスペンションの先端部（タブ）を摺動さ

せることで、ヘッドをディスク媒体から持ち上げ、媒体外へ退避（アンロード）させ、ディスク媒体の回転開始時には定常速度に達した後にヘッドをランプからディスク媒体上に移動（ロード）させる点にある。この方式は、ディスク媒体の表面性を良くしてヘッドの浮上量を下げ記録密度を向上させるのに有効である。つまり、ディスク媒体の表面性を良くすると、スピンドルモータの停止時にヘッドとディスク媒体とが接触するCSS方式は、ヘッドとディスク媒体との吸着を招くため適用できない。そこで、スピンドルモータの停止時にはディスク媒体外のランプにヘッドをアンロードさせて、ヘッドとディスク媒体とが非接触状態になるようにするヘッドのランプロード／アンロード方式の適用が不可欠となってくる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ヘッドのランプロード／アンロード方式では、ヘッドをアンロードする際に、ヘッドをディスク媒体に接触させないように、ヘッドを低い速度で且つ一定速で動かす必要がある。通常、電源がオン状態にある場合のヘッドのランプロード／アンロード制御においては、ボイスコイルモータに発生する逆起電圧を観測してマイクロプロセッサ（CPU）で処理し、キャリッジの移動速度 ω を低速な目標速度に制御するのが一般的である。この制御には、目標速度 ω_r を達成できるように、従来から図10のアンロード速度制御ブロック図に示すような速度フィードバック系による速度フィードバック制御が用いられる。

【0007】ところが、よく知られているように、速度フィードバック系においては、追従に遅れが生じる。この点について、ヘッドのアンロードについて考える。まず、ディスク媒体上をヘッドが外周方向（ランプの方向）に移動中は、ヘッドを支持するサスペンションの先端のタブに及ぼす摩擦が殆どないため、キャリッジに働く外力は小さい。これに対し、ヘッド（タブ）がランプ上を移動する状態では、タブとランプとの摩擦があり、負荷変動が外乱として働く。特に、ヘッドに現在主流となっている負圧ヘッドを用いた構成では、ヘッドがディスク媒体上からランプに引き上げられる際、ヘッドとディスク媒体との間に生じる負圧を解除するために外力が必要であり、これがアンロードを妨げる負荷となる。

【0008】このようにヘッドのランプロード／アンロード方式を適用する磁気ディスク装置では、ヘッドのアンロード動作時においてヘッドがディスク媒体から離れる際にアンロードを妨げる方向に急に外力が働く。このため、ボイスコイルモータに発生する逆起電圧を計測してヘッド（キャリッジ）移動速度 ω を求め、当該移動速度 ω を目標速度 ω_r に近付けるように速度フィードバック制御する、従来の磁気ディスク装置において適用される図10に示したような速度フィードバック系では、追従遅れが生じて、ヘッド（キャリッジ）の移動速度が低

下するという問題があった。このような速度フィードバック系では、最悪の場合、ランプへの登り際で、つまりランプとの衝突時に、ヘッド（キャリッジ）の動きが一時停止する現象が発生する。

05 【0009】このアンロード動作時の現象をヘッド浮上の観点から見ると、ヘッドは当該ヘッドにかけられた荷重がとれた状態でディスク媒体上に存在するため、この状態、つまりランプへの登り際で、動きが一時停止する状態が長く（スピンドルモータの1回転以上の期間）発生すると、ディスク媒体のRUN OUT（ディスク媒体の上下変動）でヘッドとディスク媒体とが吸着したり離れたりとすといった、浮上が不安定な状態が発生する。このような不安定な状態では、ヘッドとディスク媒体とが接触して、ディスク媒体に傷を付ける危険があり、問題であった。

【0010】本発明は上記事情を考慮してなされたものでその目的は、ヘッドをアンロードさせる際には、ヘッドがランプに当たるランプ衝突の判定を行い、ランプ衝突検出時には、速度フィードバックゲインを大きい値に切り替えて追従性を上げることににより、或いはフィードフォワード駆動力をボイスコイルモータに印加することにより、ランプ衝突時の大幅なキャリッジ移動速度低下、キャリッジ移動動作の一時停止を回避し、安定したヘッドアンロードが実現できる磁気ディスク装置及びヘッドアンロード動作時のキャリッジ移動制御方法を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は、ボイスコイルモータ（VCM）のコイルに誘起される逆起電圧を観測することでキャリッジの移動速度（VCM速度）を検出する速度検出手段と、ヘッドをディスク媒体外に配置されたランプにアンロードするヘッドアンロード動作時に、上記速度検出手段によって検出されるキャリッジ移動速度に基づいてフィードバック制御することでアンロード速度を制御する速度制御手段とを備えたヘッドのランプロード／アンロード方式の磁気ディスク装置において、上記ヘッドアンロード動作時に、上記速度検出手段の速度検出結果または上記速度制御手段からVCM側にフィードバックされる制御操作量の少なくとも一方に基づいてヘッドがランプに当たるランプ衝突の判定を行うランプ衝突判定手段と、このランプ衝突判定手段によるランプ衝突判定に応じて上記速度制御手段による速度フィードバックのゲインを高ゲイン側に切り替えるゲイン切り替え手段とを備えたことを特徴とする。

45 【0012】即ち本発明においては、VCMに発生する逆起電圧から検出されるキャリッジ移動速度または速度制御手段からVCM側にフィードバックされる制御操作量が、図5または図6に示すようにランプ衝突を反映することに着目し、上記キャリッジ移動速度またはVCMに対する制御操作量の少なくとも一方を監視することで

ランプ衝突の判定を行い、ランプ衝突を検出した場合に、速度フィードバックゲインを高ゲイン側に切り替えるようにしている。

【0013】このように本発明においては、ランプ衝突を検出し、その際に速度フィードバックゲインを高ゲイン側に切り替えて、速度フィードバックの追従性を上げることにより、ランプ衝突時の大幅なキャリッジ移動速度の低下とキャリッジ移動動作の一時停止の発生を回避して、安定したヘッドアンロード動作の実現を図ることが可能となる。

【0014】ここで、上記ランプ衝突の判定は、(VCMに発生する逆起電圧から検出される)上記キャリッジ移動速度、または(速度制御手段からVCM側にフィードバックされる)上記制御操作量のいずれか一方のみに基づいて行うことも可能であるが、両方に基づいて行うならば、判定精度が向上する。この場合、上記ランプ衝突判定手段を、上記キャリッジ移動速度に基づいて第1のランプ衝突判定を行う第1の判定手段と、上記制御操作量に基づいて第2のランプ衝突判定を行う第2の判定手段と、これら2つのランプ衝突判定結果を総合して最終的にランプ衝突を判定する第3の判定手段とから構成するとよい。この第3の判定手段では、上記2つのランプ衝突判定結果が共にランプ衝突を示している場合にランプ衝突を判定する第1の判定論理、または少なくとも一方の判定結果がランプ衝突を示している場合にランプ衝突を判定する第2の判定論理のいずれか一方を適用するとよい。

【0015】上記第1の判定論理は、ランプ衝突が発生していないのに、ノイズ等の影響で誤ってランプ衝突と判定される不具合を防止して、ランプ衝突を高精度で判定できる。また、上記第2の判定論理は、ランプ衝突が発生しているのに誤ってランプ衝突と判定されない不具合を防止して、ランプ衝突を高精度で判定できる。第1または第2の判定論理の何れを適用するかは、誤ってランプ衝突と判定されることと、誤ってランプ衝突と判定されないことの、いずれを重要視するかによって決めればよい。

【0016】また、アンロード動作開始時から一定時間をタイマ等で計測し、その一定時間を経過する前にランプ衝突が判定された場合、その判定を無視(キャンセル)することによっても、ランプ衝突が発生していないのに誤ってランプ衝突と判定される不具合を防止できる。

【0017】この他に、上記ランプ衝突の判定を、キャリッジに働く外力の大きさまたは(当該外力の)変動量に基づいて行うことも可能である。このキャリッジに働く外力は、上記キャリッジ移動速度と上記制御操作量とをもとに算出することができる。

【0018】また、上記ゲイン切り替え手段に代えてフィードフォワード補償手段を設け、ランプ衝突判定手段

によるランプ衝突判定に応じて所定のフィードフォワード操作量を上記VCM側にフィードバックされる制御操作量に加える構成としてもよい。

【0019】このように、ランプ衝突の検出時に、速度制御手段からの制御操作量に加えて所定のフィードフォワード操作量をVCM側に与えることによっても、ランプ衝突時の大幅なキャリッジ移動速度の低下とキャリッジ移動動作の一時停止の発生を回避して、安定したヘッドアンロード動作を実現することが可能となる。

【0020】ここで、磁気ディスク装置の製造段階で当該装置に固有のフィードフォワード操作量を算出して、その駆動力を示す情報を記憶手段に記憶しておくならば、上記ランプ衝突の検出時には、この記憶手段に記憶されているフィードフォワード操作量を示す情報を読み出すことにより、対応するフィードフォワード操作量を発生してVCMに加えることができる。特に、フィードフォワード操作量を再計算する動作を、磁気ディスク装置の使用状態において適宜、例えば装置立ち上げ時毎に行うならば、常に装置に適合した最適なフィードフォワード操作量を取得することが可能となる。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態につき図面を参照して説明する。

【0022】〔概略構成〕図1は本発明の一実施形態に係るヘッドのランプロード/アンロード方式を適用する磁気ディスク装置の筐体内の概略構造を示す平面図である。

【0023】図1において、11はデータが記録されるディスク媒体(磁気ディスク)である。ディスク媒体11の各面(記録面)には同心円状の多数のトラック(図示せず)が形成され、各トラックには、ヘッドのシーク・位置決め等に用いられるサーボデータが記録されたサーボエリアが等間隔で配置されている。このサーボエリア間はユーザエリアとなっており、当該ユーザエリアには記録単位としてのセクタ(データセクタ)が複数配置されている。各サーボエリアは、ディスク媒体11上では中心から各トラックを渡って放射状に等間隔で配置されている。なお本実施形態では、単一枚のディスク媒体11が配置された磁気ディスク装置を想定しているが、複数枚のディスク媒体が積層配置された構成であっても構わない。

【0024】ディスク媒体11の各面(記録面)側には、当該ディスク媒体11からのデータ読み出し(データ再生)及び当該ディスク媒体11へのデータ書き込み(データ記録)に用いられるヘッド(磁気ヘッド)12がそれぞれ設けられている。

【0025】ヘッド12はロータリ型アクチュエータとしてのキャリッジ(ヘッド移動機構)13に取り付けられており、当該キャリッジ13の角度回転に従ってディスク媒体11の半径方向に移動する。これにより、ヘッ

ド12は、目標トラック上にシーク・位置決めされるようになっている。

【0026】ディスク媒体11の外周側には、(SPM15の回転停止に伴う当該ディスク媒体11の回転停止状態において)ヘッド12を退避させておくためにランプ(退避部)14が配置されている。ランプ14は、図2に示すように、ディスク媒体11に近接して、且つキャリッジ13に取り付けられたサスペンション131の先端部(タブ)131aの移動経路上の所定位置に設けられている。

【0027】ディスク媒体11はSPM(スピンドルモータ)15により高速に回転する。キャリッジ13は、VCM(ボイスコイルモータ)16により駆動される。

【0028】SPM15の回転を停止させる場合には、図3に示すCPU32の制御によりVCM16のコイルに電流を流して、キャリッジ13を矢印Aで示すようにディスク媒体11の半径方向に移動させることで、ヘッド12をディスク媒体11上からランプ14に退避するアンロード制御を行う。このヘッドアンロード制御では、ヘッド12がランプ14に当たったことを、VCM16に発生する逆起電圧(から求められるキャリッジ13の移動速度 ω)、或いは当該逆起電圧(から求められるキャリッジ13の移動速度 ω)とVCM16側に与えられる制御操作量により検出して、速度フィードバック、

$$V = i(R_r + R_{vcm}) + L_{vcm} di/dt + BEMF \quad \dots (1)$$

R_r : センス抵抗

R_{vcm} : VCMコイル抵抗

i : VCMに流れる電流

L_{vcm} : VCMコイルインダクタンス

$BEMF$: VCM逆起電圧

$$L_{vcm} di/dt \approx 0$$

となる。したがって、上記(1)式は、

$$V = i(R_r + R_{vcm}) + BEMF \quad \dots (3)$$

のように表される。

【0033】この(3)式より、VCM16の逆起電圧

$$\begin{aligned} BEMF &= V - i(R_r + R_{vcm}) \\ &= V - iR_r - iR_{vcm} \end{aligned} \quad \dots (4)$$

として求められる。

【0034】ここで、VCM16のコイル端の電圧をV

$$V_{vcm} = V - iR_r \quad \dots (5)$$

であることから、上記(4)式は、

$$BEMF = V_{vcm} - iR_{vcm} \quad \dots (6)$$

のように表される。

【0035】一方、図3中の逆起電圧検出回路30の出

$$V_B = (R_4/R_3)\{iR_r(R_2/R_1) - V_{vcm}\} + V_{ref} \quad \dots (7)$$

V_{ref} : リファレンス電圧(基準電圧)で表される。

$$R_r(R_2/R_1) = R_{vcm} \quad \dots (8)$$

となるように設定すると、上記(7)式は、

$$V_B = (R_4/R_3)(iR_{vcm} - V_{vcm}) + V_{ref} \quad \dots (9)$$

のように表される。

ゲインを大きい値に切り替えて追従性を上げることにより、或いはフィードフォワード駆動力をVCM16側に印加することにより、ランプ衝突時のキャリッジ13の大幅な移動速度低下、キャリッジ13の移動動作の一時停止を回避するようにしている。

【0029】[逆起電圧検出回路の構成]さて本実施形態では、単にキャリッジ13の移動速度 ω を検出するだけでなく、ヘッド12(を支持するサスペンション131の先端部をなすタブ131a)がランプ14に当たったこと、つまりヘッド12のランプ衝突を検出するために、VCM16に発生する逆起電圧を検出する図3に示す構成の逆起電圧検出回路30が設けられている。

【0030】逆起電圧検出回路30は、VCM16のコイルの一端、当該VCM16のコイルの他端とセンス抵抗17の一端との共通接続点、及びセンス抵抗17の他端と接続されており、VCM16のコイルに誘起される逆起電圧(BEMF)を検出する。逆起電圧検出回路30は、差動アンプ301、302、及び抵抗303~308からなる。抵抗303、304の抵抗値はR1、R2、抵抗305、306の抵抗値はいずれもR3、そして抵抗307、308の抵抗値はいずれもR4である。

【0031】図3において、センス抵抗17と逆起電圧検出回路30内の抵抗303との共通接続点の電圧をVとすると、この電圧Vは、次式

で表される。

【0032】ここで、iの時間変化が小さい場合(ランプ衝突までの間)、 L_{vcm} の項の影響は少ないので無視でき、

$$\dots (2)$$

BEMFは、

v_{cm} とすると、

力電圧VBは、次式

【0036】ここで、 R_r 、 R_2 、 R_1 の値(定数)を、

$$\dots (8)$$

【0037】更に、(6)式から $BEMF = V_{vcm} - i$

R_{vcm} であることから、上記(9)式は、

$$VB = (R4/R3) (-BEMF) + Vref \quad \dots (10)$$

のように表される。

【0038】この(10)式から明らかなように、逆起電圧検出回路30の出力電圧VBは、リファレンス電圧(基準電圧) $Vref$ を中心として、VCM16の逆起電圧BEMFに比例した電圧となる。つまり、逆起電圧検出回路30により、VCM16の逆起電圧BEMFを検出できる。

【0039】逆起電圧検出回路30の出力電圧VBはA/D(アナログ/デジタル)変換器31によりデジタル値に変換されて、図1の磁気ディスク装置全体を制御するCPU(マイクロプロセッサ)32に送られる。なお、A/D変換器31をCPU32に内蔵させることも可能である。

【0040】CPU32は、A/D変換器31を介して送られる逆起電圧検出回路30の出力電圧VBを定期的に読み込み、その電圧VBからVCM16の逆起電圧BEMFを算出する。VCM16の速度、つまりキャリッジ13の移動速度(キャリッジ移動速度) ω は、この逆起電圧BEMFに対応(比例)する。そこでCPU32は、VCM16の逆起電圧BEMFに所定の比例係数を乗じることで、キャリッジ移動速度 ω を算出する。なお、VBとBEMFとの間、BEMFとキャリッジ移動速度 ω との間には、上記の如くそれぞれ一定の関係があることから、これらの関係を考慮して逆起電圧検出回路30の出力段を構成することで、逆起電圧検出回路30の出力が(上記の例のような間接的にではなくて)直接キャリッジ移動速度 ω を表すようにすることもできる。

【0041】[速度フィードバック系を構成するアンロード速度制御ブロックの一例] 図4に、図1の磁気ディスク装置で適用される速度フィードバック系を構成する、ゲイン切り替えタイプのアンロード速度制御ブロックを示す。

【0042】図4のゲイン切り替えタイプのアンロード速度制御ブロックの特徴は、速度制御器41と制御対象42(としての図1、図3に示すVCM16)との間に、速度フィードバックゲインを切り替えるゲイン切り替え器43を備えると共に、制御対象42の実際の速度 ω 、つまりキャリッジ移動速度(VCM速度) ω を監視することでヘッド12がランプ14に衝突したことを検出するランプ衝突判定器44を備えていることにある。なお本実施形態において、速度制御器41、ゲイン切り替え器43及びランプ衝突判定器44は、CPU32の制御プログラム処理により実現される機能ブロックであるが、ハードウェア構成により実現することも可能である。

【0043】次に、図1の構成の磁気ディスク装置において、ヘッド12をランプ14にアンロードする場合の速度フィードバックによるアンロード制御について、図

5乃至図7を参照して説明する。なお、図5はVCM制御操作量の時間変化を示す図、図6はキャリッジ移動速度(VCM速度)の時間変化を示す図、図7はアンロード動作時のタブ131aの移動経路を示す図である。

【0044】今、ディスク媒体11上に位置しているヘッド12を当該ヘッド12の外周方向に移動させ、更にランプ14上にアンロードさせるアンロード制御を行うものとする。この場合、VCM16のコイルに発生する逆起電圧を図3の逆起電圧検出回路30により検出し、その逆起電圧をA/D変換器31を介してCPU32が定期的に取り込んでVCM16の駆動速度(VCM速度)、つまりキャリッジ13の(ディスク媒体11の半径方向への)移動速度 ω を算出する。CPU32は、この算出したキャリッジ移動速度 ω が目標速度 ω_r となるように、速度フィードバック制御を行う。

【0045】さて、図10に示した従来の速度フィードバック系(をなすアンロード速度制御ブロック)によるアンロード動作時の速度フィードバック制御(アンロード制御)では、(図4中の速度制御器41に相当する)制御器101がPI(比例積分)制御器であるものとする、当該制御器101から(図4中の制御対象42に相当する)制御対象102、つまり(図1、図3中のVCM16に相当する) VCM側に与えられるVCM制御操作量の時間変化は、図5のようになる。また、その際の、制御対象102の移動速度、つまりキャリッジ移動速度(VCM速度) ω の時間変化は、図6のようになる。

【0046】図から明らかなように、ヘッド12がディスク媒体11上を移動している期間T1では、VCM制御操作量はほぼ一定で、キャリッジ移動速度(VCM速度) ω も、ほぼ一定である。

【0047】これに対し、ヘッド12(を支持するサスペンション131の先端をなすタブ131a)が図7において符号71で示すようにランプ14に当たると、外力が働くため、図6のA2部のようにキャリッジ移動速度(VCM速度) ω が低下し、これによりVCM制御操作量が図5のA1部のように増加する。このような状態では、外力(負荷)が大きい場合には、キャリッジ移動速度(VCM速度) ω が0となり、ヘッド12(キャリッジ13)の動きが一時停止することもあり得る。

【0048】そこで本実施形態で適用する、図4の速度フィードバック系(をなすゲイン切り替えタイプアンロード速度制御ブロック)では、ランプ衝突判定器44により制御対象42の実際の速度、つまりキャリッジ13の移動速度(VCM速度) ω を監視し、図6のA2部のように、当該速度 ω がランプ衝突判定基準速度 $T_H \omega$ を下回った場合に、ヘッド12(を支持するサスペンション131の先端をなすタブ131a)がランプ14に衝

突したと判定するようにしている。

【0049】そして、ランプ衝突判定器44によりランプ衝突が判定された場合には、そのランプ衝突判定に応じてゲイン切り替え器43を制御し、速度フィードバックゲインを低(Low)ゲインから高(High)ゲインに切り替える。すると、速度フィードバック系の応答速度が速くなり、キャリッジ移動速度 ω の低下を回避できる。

【0050】なお、ランプ衝突判定器44によるランプ衝突判定方法として、キャリッジ13の移動速度(VCM速度)ではなくて、制御対象42に与えられるVCM制御操作量を監視し、図5のA1部のように、当該VCM制御操作量がランプ衝突判定基準操作量THoを超えた場合にランプ衝突を判定する方法を適用することも可能である。

【0051】また、ランプ衝突判定器44を、図8(a)に示すように、キャリッジ13の移動速度(VCM速度) ω を監視してランプ衝突を判定する第1の判定部441と、VCM制御操作量を監視してランプ衝突を判定する第2の判定部442と、両判定部441、442のランプ衝突判定結果を総合して最終的にランプ衝突を判定する第3の判定部443から構成することも可能である。

【0052】ここで、第3の判定部443は論理回路(例えば論理積回路または論理和回路)により構成され、判定部441、442の両判定結果が共にランプ衝突を示している場合にランプ衝突を判定する第1の判定論理、または判定部441、442の少なくとも一方の判定結果がランプ衝突を示している場合にランプ衝突を判定する第2の判定論理のいずれかが適用可能である。

【0053】上記第1の判定論理は、ランプ衝突が発生

$$d = I d \omega / d t - K (\omega r - \omega)$$
 により算出される。

【0058】このようにして外力算出部444にて外力 d を定期的に算出し、その都度判定部445にて上記の如く基準値と比較することで、ランプ衝突を判定することができる。この他に、(外力 d の大きさではなくて)外力 d の変化(変動)を監視し、基準値以上の変化があった場合にランプ衝突を判定することも可能である。

【0059】[速度フィードバック系を構成するアンロード速度制御ブロックの他の例]以上に述べた実施形態では、速度フィードバック系にゲイン切り替えタイプのアンロード速度制御ブロックを適用した場合について説明したが、これに限るものではない。例えば、図9に示すような、フィードフォワードタイプのアンロード速度制御ブロックを用いることも可能である。なお、図9の構成において図4と同一部分には同一符号を付してある。

【0060】図9のフィードフォワードタイプのアンロード速度制御ブロックの特徴は、ランプ衝突判定器44

していないのに誤ってランプ衝突と判定されるのを防止して、ランプ衝突を高精度で判定するのに適している。これに対して上記第2の判定論理は、ランプ衝突が発生しているのに誤ってランプ衝突していないと判定されるのを防止して、ランプ衝突を高精度で判定するのに適している。第1または第2の判定論理の何れを適用するかは、誤ってランプ衝突と判定されることと、誤ってランプ衝突していないと判定されることの、いずれを重要視するかによって決めればよい。

【0054】また、基準時間を計測するタイマ等により、アンロード制御開始時から時間カウントを開始し、基準時間を計測し終える前のランプ衝突判定は無視するようにしても、ランプ衝突の判定精度を上げることができる。

【0055】この他に、ランプ衝突判定器44を、図8(b)に示すように、制御系(制御対象42)に加わった外力(外乱)を、キャリッジ移動速度 ω (速度情報)と制御操作量とから算出する外力算出部444と、算出した外力が基準値を超えた場合にランプ衝突を判定する判定部445とから構成することも可能である。ここで外力算出部444での外力の算出は次のように行えばよい。

【0056】まず、外力を d 、キャリッジ13の位置(回転角)を θ とする。この場合、キャリッジ移動速度 ω は $d \theta / d t$ で表される。但し、 t は時間である。次に、目標速度を ωr とすると共に、速度制御器41として簡単のためにP制御器(比例制御器)を想定して、そのフィードバックゲインを K とすると、制御操作量は $K(\omega r - \omega)$ で表される。

【0057】すると、外力 d は、キャリッジ13のイナーシャを I とすると、次式

$$\dots (11)$$

によるランプ衝突判定に応じて、予め定められたフィードフォワード駆動力を補償操作量として、速度制御器41からの通常のフィードバック制御出力であるVCM制御操作量に加えるフィードフォワード補償器91を備えていることにある。

【0061】このように、図9のフィードフォワードタイプのアンロード速度制御ブロックからなる速度フィードバック系を用い、ランプ衝突判定器44によりランプ衝突が判定された場合に、予め定められたフィードフォワード補償操作量を、速度制御器41からのVCM制御操作量にフィードフォワード補償器91により加えて制御対象42としてのVCM16を駆動することで、ランプ衝突時の速度低下を回避できる。

【0062】なお本実施形態では、フィードフォワード補償器91により加えられるフィードフォワード操作量の値は、図1の磁気ディスク装置の製造時等において予めアンロード動作時の負荷(アンロード負荷)を測定して、その負荷から当該アンロード動作時の負荷に見合っ

た補償操作量として算出されたものであり、フラッシュメモリ等の不揮発性メモリ92に予め記憶されている。これによりフィードフォワード補償器91は、ランプ衝突判定器44によるランプ衝突判定時には、不揮発性メモリ92から補償操作量を読み出すことでフィードフォワード駆動力を印加することができる。

【0063】なお、フィードフォワード補償操作量の算出方法としては、ランプ衝突後の理想速度曲線（ランプロードモデル）を設計値として予め与えておく一方、フィードバック補償のみでの速度曲線と操作量により、アンロード動作時の外力を算出し、上記ランプロードモデルと上記算出されたアンロード動作時の外力とにより、必要なフィードフォワード補償操作量を算出する方法が適用可能である。

【0064】また、フィードフォワード操作量（補償操作量）の精度を更に上げるために、算出したフィードフォワード操作量を適用してアンロード動作を実施し、ランプロードモデルとの誤差から当該モデルを修正してフィードフォワード操作量を再計算する動作（つまりフィードフォワード操作量の学習動作）を繰り返すことにより、最適なフィードフォワード操作量を求めることも可能である。この動作は、例えば磁気ディスク装置の立ち上げ時毎に行うとよい。また、フィードフォワード操作量の値をディスク媒体11の（ユーザからは使用できないシステム専用の）特定領域に記憶するようにしても構わない。

【0065】

【発明の効果】以上詳述したように本発明によれば、ヘッドをアンロードさせる際、VCMに発生する逆起電圧から検出されるキャリッジ移動速度またはVCM側にフィードバックされる制御操作量の少なくとも一方に基づいて、或いはキャリッジに働く外力の大きさまたは変動量に基づいて、ランプ衝突の判定を行い、ランプ衝突検出時には、速度フィードバックゲインを大きい値に切り替えて追従性を上げる、或いはフィードフォワード駆動力をボイスコイルモータに印加するようにしたので、ランプ衝突時の大幅なキャリッジ移動速度低下、キャリッジ移動動作の一時停止を回避し、安定したヘッドアンロードが実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係るヘッドのランプロード／アンロード方式を適用する磁気ディスク装置の筐体

内の概略構造を示す平面図。

【図2】ヘッドのランプロード／アンロード方式を説明するための図。

【図3】図1の磁気ディスク装置に適用される逆起電圧検出回路30の回路構成例を示す図。

【図4】図1の磁気ディスク装置で適用される速度フィードバック系の一例としてのゲイン切り替えタイプのアンロード速度制御ブロックを示す図。

【図5】VCM制御操作量の時間変化を示す図。

【図6】キャリッジ移動速度（VCM速度）の時間変化を示す図。

【図7】アンロード動作時のタブ131aの移動経路を示す図。

【図8】ランプ衝突判定器44の変形例を示すブロック構成図。

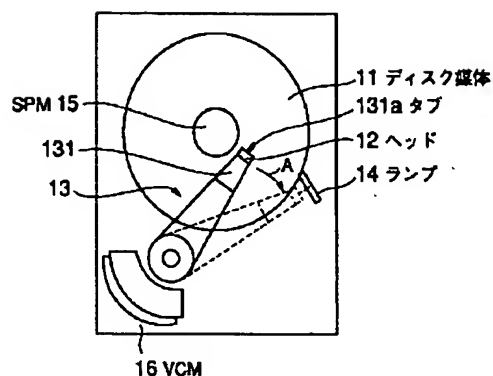
【図9】図1の磁気ディスク装置で適用される速度フィードバック系の他の例としてのフィードフォワードタイプのアンロード速度制御ブロックを示す図。

【図10】従来のアンロード速度制御ブロックを示す図。

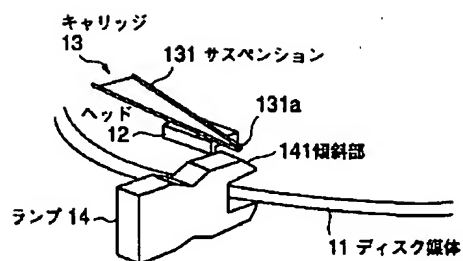
【符号の説明】

- 11…ディスク媒体
- 12…ヘッド
- 13…キャリッジ
- 14…ランプ
- 15…SPM（スピンドルモータ）
- 16…VCM（ボイスコイルモータ）
- 30…逆起電圧検出回路（速度検出手段）
- 32…CPU（速度検出手段）
- 41…速度制御器
- 42…制御対象
- 43…ゲイン切り替え器
- 44…ランプ衝突判定器
- 91…フィードフォワード補償器
- 92…不揮発性メモリ（記憶手段）
- 131…サスペンション
- 131a…タブ
- 441…第1の判定部
- 442…第2の判定部
- 443…第3の判定部
- 444…外力算出部
- 445…判定部

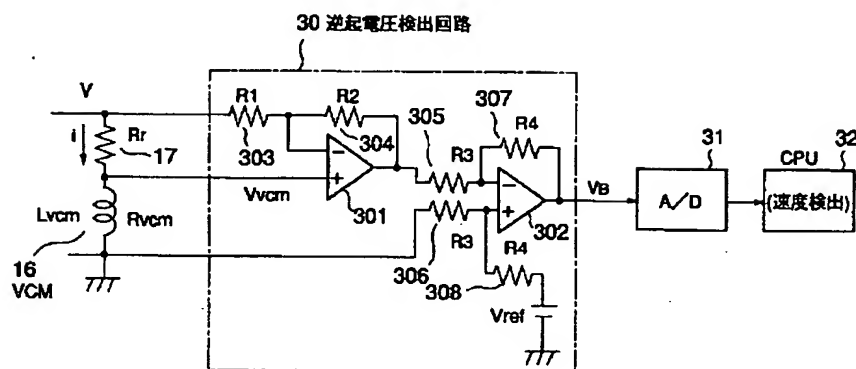
【図1】



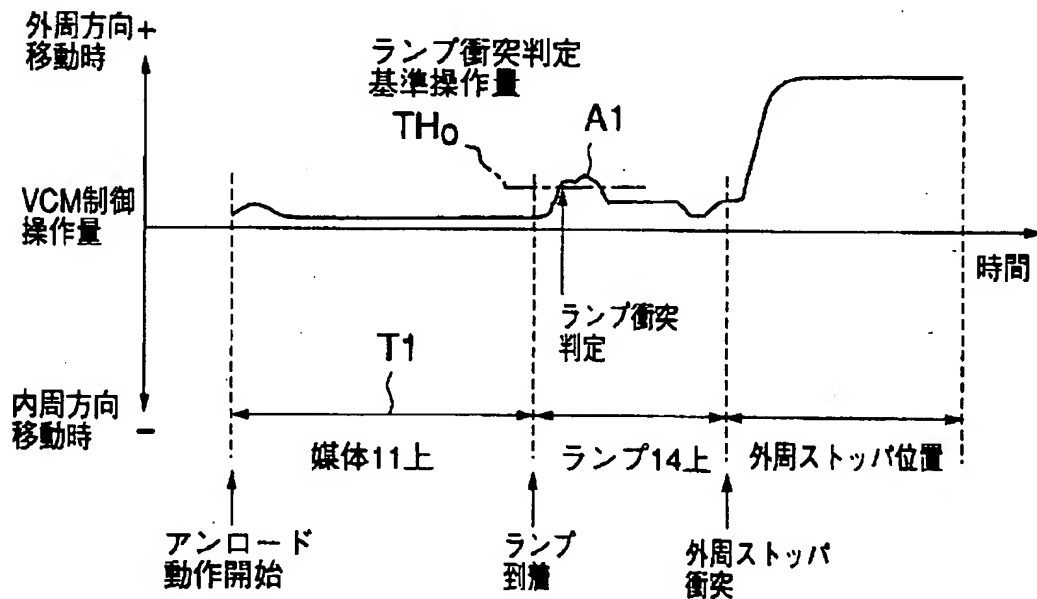
【図2】



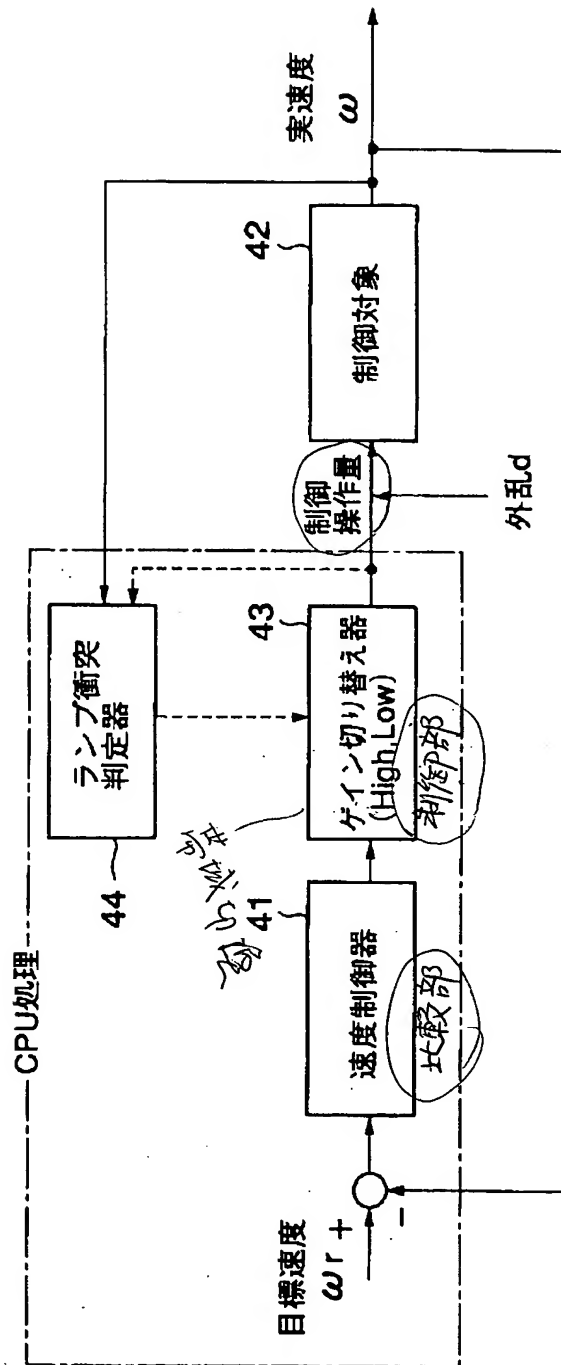
【図3】



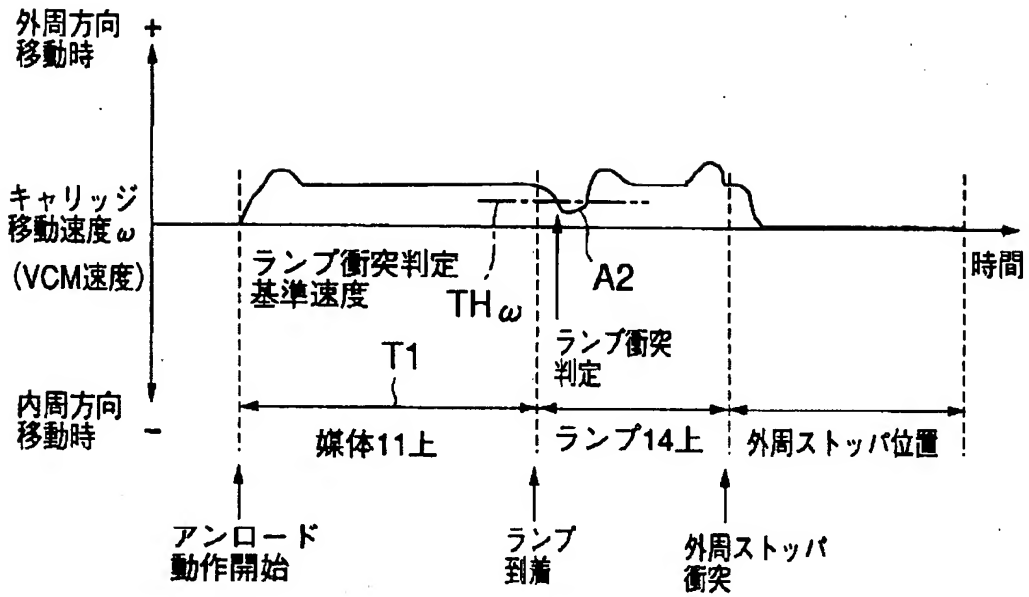
【図5】



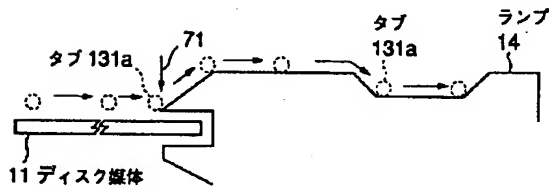
【図4】



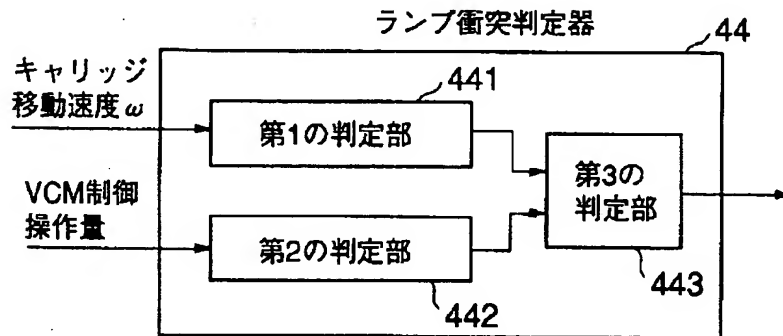
【図6】



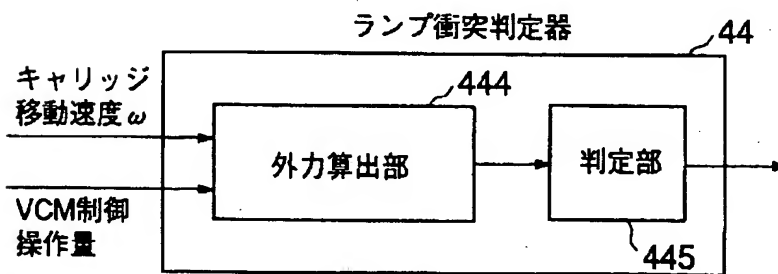
【図7】



【図8】

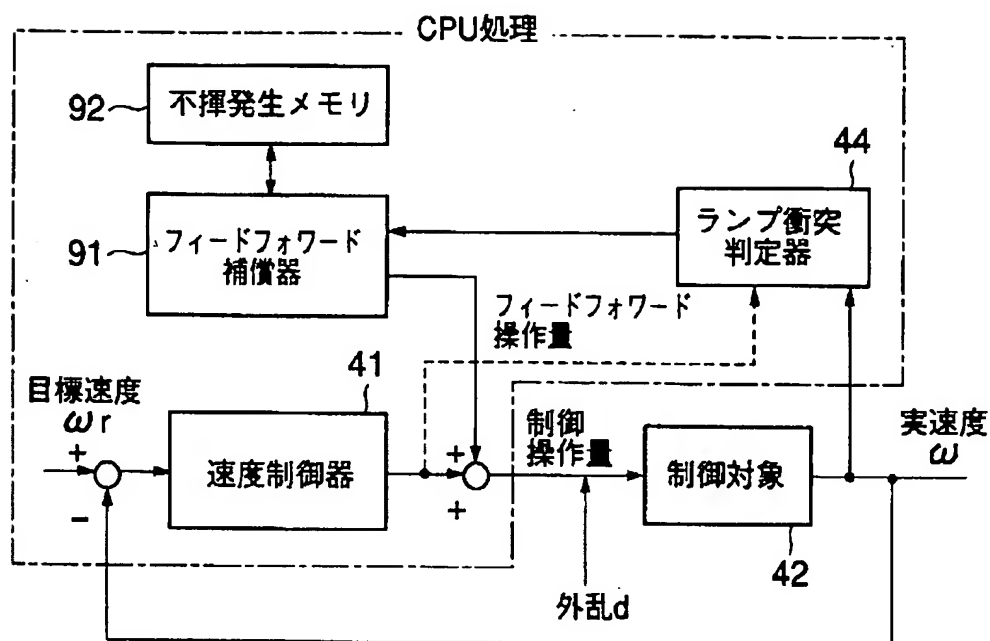


(a)



(b)

【図9】



【図10】

